

# JEDNOSTKA DYDAKTYCZNA SAILS



## ELEKTRYCZNOŚĆ

Prąd elektryczny – oświećmy ciemność!

Dagmara Sokołowska

# ELEKTRYCZNOŚĆ

PRĄD ELEKTRYCZNY – OŚWIEĆMY CIEMNOŚĆ!

## PRZEGLĄD TREŚCI I METOD OCENY

### KLUCZOWE TREŚCI/POJĘCIA

- Wprowadzenie do przewodnictwa oraz obwodów elektrycznych
- Proste obwody elektryczne
- Własności przewodzące różnych materiałów

### POZIOM

- Gimnazjum
- Szkoła ponadgimnazjalna

### OCENIANE UMIEJĘTNOŚCI BADAWCZE

- Planowanie badań
- Stawianie hipotez
- Formułowanie spójnych argumentów
- Praca w grupie

### OCENA UMIEJĘTNOŚCI MYŚLENIA I ARGUMENTOWANIA NAUKOWEGO ORAZ PODSTAWOWEJ WIEDZY I UMIEJĘTNOŚCI NAUKOWYCH

- Wprowadzanie danych, wyciąganie wniosków, rozwiązywanie problemów, określanie zmiennych
- Przedstawianie danych naukowych, krytyczna analiza projektów doświadczalnych

### METODY OCENY

- Obserwacje nauczyciela
- Rozmowa z uczniami
- Ocena wzajemna uczniów
- Samoocena
- Karty pracy
- Materiały opracowane przez uczniów (mapy myśli, dokumentacja przebiegu doświadczenia, rysunki i schematy obwodów elektrycznych)

Materiały dydaktyczne dostępne on-line:

[WWW.SAILS-PROJECT.EU](http://WWW.SAILS-PROJECT.EU)

[WWW.ZDCH.UJ.EDU.PL/SAILS](http://WWW.ZDCH.UJ.EDU.PL/SAILS)





## 1. WSTĘP

Jednostka dydaktyczna „**Elektryczność**” opracowana w ramach projektu SAILS została przygotowana dla uczniów, którzy właśnie zapoznali się z podstawami elektrostatyki, i wprowadza ich w zagadnienia przewodnictwa elektrycznego. Zagadnienia te w całej Europie przewidziane są zwykle jako tematy lekcji w klasach dla 12-15-latków (w Polsce – w gimnazjum). Materiał został osadzony w tzw. ukierunkowanej odmianie dociekania naukowego (*guided inquiry*), w której nauczyciel zadaje pytanie badawcze, a zadaniem uczniów jest zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu oraz wyciągnięcie wniosków. Realizacja materiału składającego się z trzech głównych części przewidziana została na ok. dwie jednostki lekcyjne (90 min).

Część A jednostki wprowadza uczniów w temat poprzez zastosowanie burzy mózgów prowadzonej z udziałem całej klasy, a także indywidualnie projektowanych map myśli<sup>1,2</sup>, opartych na wiedzy wstępnej uczniów. W części B uczniowie mają za zadanie zaprojektowanie i zmontowanie prostego obwodu elektrycznego, w którym można by zaświecić żarówkę. Następnym zadaniem jest zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu z użyciem zaprojektowanego obwodu elektrycznego, za pomocą którego można zbadać własności przewodzące przedmiotów i materiałów codziennego użytku (część C). Jako ćwiczenie dopełniające uczniowie mają za zadanie wymyślenie bezpiecznego eksperymentu pokazującego wyładowania elektryczne w klasie bez użycia jakiegokolwiek urządzenia wymagającego podłączenia do prądu elektrycznego z sieci oraz przeszukanie różnych źródeł informacji w celu znalezienia odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób powstaje wyładowanie elektryczne podczas burzy. Jednostka „**Elektryczność**” stwarza

kilka dogodnych sytuacji do wprowadzenia elementów oceny umiejętności badawczych, w szczególności oceny umiejętności *planowania doświadczeń* i *pracy w grupie* rówieśniczej, a także do rozwoju rozumowania i zdobywania wiedzy naukowej. Opisane w tej jednostce dydaktycznej metody oceniania opierają się na obserwacjach poczynionych przez nauczyciela w klasie, na notatkach prowadzonych podczas burzy mózgów oraz na ocenie wypełnionych przez uczniów kart pracy.

Jednostka dydaktyczna została wprowadzona na lekcjach fizyki w czterech krajach europejskich: w Polsce, na Słowacji, w Turcji i w Irlandii w roku szkolnym 2013/2014 przez czternastu nauczycieli współpracujących z projektem SAILS. Łącznie we wdrożeniu wzięło udział 333 uczniów z 17 klas szkół ponadpodstawowych. Podstawowymi umiejętnościami ocenianymi były *planowanie badań* oraz *umiejętność myślenia i argumentowania naukowego*. W Irlandii dodatkowo oceniano *pracę w grupie* (umiejętności dyskusji z rówieśnikami), natomiast nauczyciel z Turcji dodał element stawiania hipotez, oceniając go poprzez podanie ustnej informacji zwrotnej uczniom.



<sup>1</sup> Buzan T., Buzan B. (2015) *Mapy twoich myśli*, wyd. JK, Łódź, wyd.3.

<sup>2</sup> Wright J. (2006) Teaching and assessing mind maps, *Per Linguam*, 22(1), 23-38.

## 2. REALIZACJA JEDNOSTKI

### 2.1. Ćwiczenia

Jednostka dydaktyczna została pierwotnie przygotowana przez zespół Uniwersytetu Jagiellońskiego w projekcie Fibonacci<sup>3</sup>, a w ramach projektu SAILS rozszerzono ją o elementy strategii oceniania spójne z metodą IBSE.

Jednostka składa się z trzech ćwiczeń i zalecana jest dla uczniów klas gimnazjalnych w wieku 12-15 lat. Na samym początku części A nauczyciel inicjuje burzę mózgów dotyczącą elektryczności. W części B uczniowie wybierają elementy niezbędne do skonstruowania jak najprostszego działającego obwodu elektrycznego. Część C dotyczy zaplanowania i przeprowadzenia głównego doświadczenia w tym module, w którym sprawdzają własności przewodzące różnych materiałów, z użyciem prostego obwodu elektrycznego. Pierwszym etapem jest wybór materiałów i przedmiotów do badania, kolejnym – sformułowanie hipotez dotyczących przewodności każdego z nich. Jednostka zawiera odwołania do kontekstu życia codziennego, a uczniowie mogą rozwijać umiejętności i wiedzę naukową, np. podczas poszukiwania wiadomości dotyczących zagadnienia powstawania wyładowań atmosferycznych podczas burzy oraz informacji dotyczących własności przewodzących powietrza.

Nauczyciel powinien zaznajomić się z listą niezbędnych materiałów wykorzystywanych podczas realizacji jednostki, jednakże materiałów tych nie powinien pokazywać uczniom do chwili zakończenia przez nich planowania eksperymentu.

- Żaróweczka do latarki (jedna na grupę).
- Dwa osobne kabelki (na grupę), przygotowane w sposób umożliwiający łatwe połączenie ich z żarówką (usunięcie plastikowej izolacji na końcach każdego z kabelków).
- Dwa „krokodyłki” (opcja).
- Plastelina lub taśma izolacyjna.
- Bateria 4,5 V (jedna na grupę).
- Przedmioty codziennego użytku wykonane z różnych materiałów (przynajmniej po dwa przedmioty z każdego typu): drewna, różnych metali, plastiku, gumy, materiału tekstylnego, szkła, papieru (przynajmniej 16 przedmiotów); dodatkowo kawałek grafitowego wkładu do ołówka (jeden na grupę).

Uczniom powinien zostać także zapewniony dostęp do Internetu oraz innych źródeł informacji (książki, filmy itp.) dotyczących elektryczności, powstawania wyładowań atmosferycznych itp.

### Część A: Wprowadzenie do elektryczności

<b>Podstawowe pojęcia</b>	Łączenie pojęcia elektryczności z życiem codziennym
<b>Umiejętności badawcze</b>	Praca w grupie
<b>Umiejętność myślenia i argumentowania naukowego oraz podstawowa wiedza i umiejętności naukowe</b>	Tworzenie powiązań pojęć naukowych Naukowe wyjaśnianie zjawisk i pojęć
<b>Metody oceny</b>	Rozmowa z uczniami Arkusze pracy Materiały opracowane przez uczniów

#### Wprowadzenie

Na samym początku części A nauczyciel inicjuje burzę mózgów dotyczącą elektryczności. Jest to element, który ma na celu zaangażowanie uczniów oraz poznanie spektrum ich wiedzy na temat tego zagadnienia oraz skojarzeń z życiem codziennym. Uczniowie projektują własne mapy myśli dotyczące elektryczności, z wykorzystaniem wyrażen naukowych i potocznych. Następnie dyskutują między sobą lub na forum całej klasy na temat wykorzystanych wyrażen, identyfikują określenia naukowe, oddzielając je od wyrażen z języka potocznego. Poprzez to ćwiczenie uczniowie pogłębiają *podstawową wiedzę i umiejętności naukowe* oraz zauważają powiązania naukowe.

#### Propozycja przebiegu zajęć

1. Nauczyciel zachęca uczniów do ogólnoklasowego uczestnictwa w szybkiej wymianie myśli, skojarzeń i wiedzy na temat elektryczności, najlepiej w podejściu interdyscyplinarnym, wychodząc od zupełnie innego tematu, pozwalającego na osadzenie elektryczności w kontekście życia codziennego, np.:
  - a. Czego potrzebuje człowiek do widzenia?
  - b. Co i w jaki sposób może nas wspomóc, jeśli zdolności wyraźnego widzenia są czasowo/trwale ograniczone? Czy znacie jakieś związane z takimi trudnościami metody przystosowawcze u zwierząt?
  - c. Żyjemy w świecie nocy i dnia. Kiedy i gdzie na świecie ludziom brakuje światła?
  - d. W jaki sposób ludzie przystosowywali się do okresów niedoboru światła w przeszłości? W jaki sposób czynią to obecnie? Co spowodowało zmianę w tym względzie?
2. Kiedy już uczniowie zidentyfikują elektryczność jako wsparcie ludzkości w ograniczeniach związanych z ciemnością, nauczyciel rozdaje uczniom karty pracy (rys. 1).
3. Pierwszym zadaniem na kartach pracy jest sporządzenie mapy myśli dotyczącej zagadnienia elektryczności.

<sup>3</sup> Fibonacci Electricity unit, <http://www2.if.uj.edu.pl/fibonacci/class3.html> [październik 2015].

**ELEKTRYCZNOŚĆ**  
**LEKCJA 1: Wstęp do przewodnictwa elektrycznego i obwodów elektrycznych**

Dagmara Sokółowska, Uniwersytet Jagielloński

**I. Elektryczność**

1. Narysuj mapę myśli ze słowem „elektryczność” pośrodku rysunku.

2. Oznacz na mapie w określony sposób naukowe słowa związane z elektrycznością, a w inny sposób – słowa zapożyczone z języka potocznego.

3. Przedyskutujcie w małych grupach (czteruosobowych) znaczenie każdego słowa z Waszych map myśli.

1

**II. Prosty obwód elektryczny**

1. Pomyśl, jakie element należy zgromadzić, aby zaświecić małą żarówkę. Wymień je poniżej.

---



---

2. Przedyskutuj z kolegą/koleżanką, które z tych elementów mogą zostać pominięte lub zamienione w przypadku, gdy ktoś chciałby zmontować najprostszy obwód elektryczny, aby zaświecić żaróweczkę.

3. Narysuj najprostszy obwód elektryczny, w którym żaróweczka będzie się świecić.

2

**Rysunek 1.** Arkusz pracy ucznia – część A i B, s. 1-2

4. W trakcie tego zadania nauczyciel może zadawać uczniom pytania naprowadzające, np.:
  - a. Jaki jest możliwy źródłosłów słowa „elektryczność”?
  - b. Jakie znasz elementy materii?
  - c. Co to jest „prąd elektryczny”?
  - d. Jak sądzisz, co się dzieje, gdy płynie prąd elektryczny?
  - e. Jaką ogólną nazwą można objąć materiały, które przewodzą prąd elektryczny?
5. Jaką ogólną nazwą można objąć materiały, które przewodzą prąd elektryczny?
6. Uczniowie dzielą się na małe grupy (do czterech uczniów) i przeprowadzają dyskusję swoich map myśli.

## Część B: Proste obwody elektryczne

<b>Podstawowe pojęcia</b>	Budowanie prostego obwodu elektrycznego
<b>Umiejętności badawcze</b>	Planowanie doświadczenia Praca w grupie
<b>Umiejętność myślenia i argumentowania naukowego oraz podstawowa wiedza i umiejętności naukowe</b>	Wybór elementów do budowy obwodu elektrycznego Krytyczna analiza projektów doświadczalnych, wyjaśnianie działania obwodu elektrycznego
<b>Metody oceny</b>	Rozmowa z uczniami Arkusze pracy

### Wprowadzenie

W części B uczniowie wybierają elementy niezbędne do skonstruowania jak najprostszego działającego obwodu elektrycznego. Poprzez dyskusję w parach lub małych grupach – rozróżniają oni elementy konieczne i niepotrzebne do sprawnego działania takiego obwodu oraz sposoby sprawdzenia, czy obwód faktycznie funkcjonuje. Kolejnym zadaniem uczniów jest przygotowanie schematów obwodów elektrycznych. Wykonywane zadania rozwijają umiejętności *planowania eksperymentów*, krytycznego spojrzenia na propozycje własne i kolegów oraz *pracy w grupie*. Pojawiają się możliwości rozwoju *rozumowania naukowego* i pogłębienia *wiedzy naukowej* uczniów.

### Propozycja przebiegu zajęć

1. W tym ćwiczeniu uczniowie najpierw zastanawiają się nad wyborem elementów niezbędnych do zmontowania prostego obwodu elektrycznego.
2. Uczniowie dyskutują i podejmują decyzję dotyczącą wyboru elementów niezbędnych do przygotowania najprostszego obwodu elektrycznego.
3. Uczniowie sporządzają rysunek i schemat obwodu elektrycznego z użyciem odpowiednich symboli technicznych (rys. 1, s. 2).

1. Zaplanuj bezpieczne doświadczenie do sprawdzania przewodnictwa różnych przedmiotów z wykorzystaniem obwodu elektrycznego i pojedynczej żarówki. Wypisz listę przedmiotów, możliwych do przebadania w tym doświadczeniu w Twojej klasie. Zapisz plan poniżej.

---

---

---

---

---

---

2. Narysuj najprostszy działający obwód elektryczny pozwalający na zbadanie własności elektrycznych (przewodnictwa) przedmiotu z Twojego otoczenia.



3

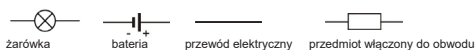
3. Postaw hipotezy dotyczące własności elektrycznych (przewodnictwa) wybranych przedmiotów lub materiałów. W tabeli poniżej, w kolumnie „hipoteza” obok każdego z przedmiotów zapisz swoje przewidywanie dotyczące stopnia przewodzenia prądu elektrycznego przez dany przedmiot, wybierając spośród określeń: „dobrze”, „słabo”, „wcale”

[illegible]

4. Przeprowadź eksperyment i zbadaj przewodnictwo wybranych przedmiotów (materiałów). W trakcie eksperymentu możesz dodać do listy inne przedmioty do zbadania, ale w takim przypadku zawsze postaw hipotezę przed zbadaniem przewodnictwa. Po zbadaniu każdego przedmiotu, zaznacz odpowiednią komórkę w kolumnie "Wynik doświadczalny" tabeli. **pozostaw pustą kolumnę „Typ materiału”**.

1

5. W naukach ścisłych i inżynierii, podczas dokumentowania wyników eksperymentów zamiast rysunków realistycznych używa się rysunków schematycznych. Na przykład obwód elektryczny przedstawia się za pomocą schematu obwodu elektrycznego. Żeby wykonać taki rysunek, trzeba znać symbole poszczególnych elementów elektrycznych. Zwykle używa się następujących znaków:



Używając powyższych symboli, narysuj poniżej schematy elektryczne reprezentujące obwody elektryczne z części II.3 i III.2 tego arkusza.

--	--

6. Jak sądzisz:
- czy przewodnictwo jest własnością przedmiotu, czy też materiału, z którego przedmiot został wykonany? Odpowiedź uzasadnij.

---

---

---

5

7. Po przeprowadzeniu w klasie „burzy mózgów” na temat nazw oznaczających materiały przewodzące i nieprzewodzące, uzupełnij poniższe zdania.

Ciała stałe, takie jak ....., przewodzące prąd elektryczny, nazywane są .....

Materiały nieprzewodzące prądu elektrycznego, takie jak.....  
nazywane są .....

8. Wypełnij całą ostatnią kolumnę („Typ materiału”) w tabeli znajdującej się w części III.3 niniejszego arkusza, wpisując odpowiednie nazwy materiałów/przedmiotów, związane z ich własnościami przewodzącymi, zbadanymi przez ciebie podczas wykonywania doświadczenia.
9. Przedyskutuj z kolegą/kolegą, czy powietrze może przewodzić prąd elektryczny. Napisz poniżej 1-2 zdania podsumowujące Waszą dyskusję.

---

---

10. Sprawdź przy pomocy odpowiedniego (bezpiecznego) eksperymentu, czy powietrze przewodzi prąd elektryczny. Opisz poniżej zestaw doświadczalny oraz swoje obserwacje.

---

---

11. Poszukaj w Internecie lub innych źródłach informacji dotyczących powstawania wyładowania atmosferycznego (pioruna) podczas burzy. Zapisz poniżej 3-4 zdania opisujące główne stadia tworzenia się chmury burzowej i pioruna. Pamiętaj o zacytowaniu źródła, z którego zaczerpnąłeś/zaczerpnęłaś informacje.

---

---

---

---

•

**Rysunek 2.** Arkusz pracy ucznia – część C, s. 3-6

## Część C: Własności przewodzące różnych materiałów

<b>Podstawowe pojęcia</b>	Przewodnictwo – przewodniki, izolatory
<b>Umiejętności badawcze</b>	Planowanie badań Stawianie hipotez Praca w grupie
<b>Umiejętność myślenia i argumentowania naukowego oraz podstawowa wiedza i umiejętności naukowe</b>	Przewidywanie wyników Poszukiwanie informacji; naukowe wyjaśnianie zjawiska elektryczności
<b>Metody oceny</b>	Arkusze pracy

### Wprowadzenie

Część C dotyczy zaplanowania i przeprowadzenia głównego doświadczenia w tej jednostce, w którym uczniowie sprawdzają przewodnictwo różnych materiałów z użyciem prostego obwodu elektrycznego. Pierwszym etapem jest wybór materiałów i przedmiotów do badania, kolejnym – sformułowanie hipotez dotyczących przewodności każdego z nich. Zadaniem uczniów jest także zaplanowanie samego doświadczenia i sporządzenie rysunku oraz schematu obwodu elektrycznego. Kulminacyjnym momentem jest przeprowadzenie w grupach doświadczenia i wyciągnięcie wniosków dotyczących przewodnictwa różnych grup materiałów. Podczas tego zadania uczniowie wzbogacają słownictwo naukowe i znajomość symboli technicznych, rozwijają umiejętność rozumowania naukowego, formułowania hipotez, planowania i wyciągania wniosków z przeprowadzonych badań.

### Propozycja przebiegu zajęć

1. Uczniowie wypełniają kartę pracy (rys. 2). Proponują materiały i przedmioty do przeprowadzenia kompleksowego badania przewodnictwa oraz projektują obwód elektryczny odpowiedni do wykonania tego doświadczenia, a także rysują schemat elektryczny takiego obwodu.
2. Uczniowie stawiają hipotezy dotyczące przewodnictwa każdego z wybranych materiałów.
3. Uczniowie przeprowadzają odpowiedni eksperyment i zapisują dane eksperymentalne w tabeli.
4. Nauczyciel wprowadza zestaw symboli elektrycznych (rys. 3) używanych do sporządzania schematów obwodów elektrycznych. Uczniowie sporządzają schematy obwodów elektrycznych z wykorzystaniem poznanych symboli.
5. Nauczyciel prowadzi burzę mózgów, podczas której uczniowie dyskutują o pojęciu przewodnictwa. Pytania mogące posłużyć do zachęcenia uczniów do udziału w dyskusji:
  - a. Czy przewodnictwo jest własnością przedmiotu, czy też materiałów, z których wykonany jest przedmiot?
  - b. Jaką ogólną nazwę można by nadać materiałom przewodzącym prąd elektryczny?
  - c. Jaką ogólną nazwę można by nadać materiałom nieprzewodzącym prądu elektrycznego?

12. Zaproponuj inne tematy lub pytania badawcze związane z elektrycznością lub przewodnictwem, które chciał(a)byś zgłębić podczas następnych lekcji lub w domu.

**Ostrzeżenie dotyczące bezpieczeństwa:** Człowiek przewodzi prąd elektryczny. Zanim dotkniesz urządzenia elektrycznego, zawsze najpierw upewnij się, że masz suche ręce. Nigdy nie wkładaj palców do kontaktu.

#### Wyzwanie.

Zaproponuj doświadczenie, w którym można by pokazać w klasie niewielkie wyładowanie elektryczne (piorun), bez podłączania do prądu jakiegokolwiek urządzenia elektrycznego.

#### Zadanie domowe.

Napisz krótki tekst na temat „Czy prąd elektryczny jest zawsze niebezpieczny dla człowieka?”, wykorzystując argumentację naukową oraz przykłady z życia.

7

Rysunek 3. Arkusz pracy ucznia – część C, s. 7

6. Sesja burzy mózgów powinna doprowadzić do dyskusji na temat skojarzeń dotyczących elektryczności w życiu codziennym i powszechnych doświadczeń z nią związanych. W szczególności powinno paść pytanie: „Czy powietrze przewodzi prąd elektryczny?”
7. Uczniowie zostają zachęcani do poszukiwania w różnych źródłach informacji na temat powstawania wyładowania elektrycznego podczas burzy. Powinni streścić wyniki swoich poszukiwań w arkuszu pracy (rys. 4), podając referencje do źródeł przytaczanych informacji.
8. Pod koniec sesji można zastosować arkusz samooceny i oceny wzajemnej uczniów dotyczący ich własnej ewaluacji współpracy z innymi kolegami w grupie.
9. Ostatnim wyzwaniem jest zaproponowanie eksperymentu, w którym na terenie klasy można by pokazać wyładowanie elektryczne, ale bez podłączania jakiegokolwiek urządzenia do sieci elektrycznej. Jako zadanie domowe można zaproponować esej na temat: „Czy prąd elektryczny jest zawsze niebezpieczny dla człowieka?”. Elementu tego można użyć do oceny indywidualnego rozwoju umiejętności rozumowania naukowego uczniów.



## 2.2. Ocena

W jednostce zaproponowano kilka rodzajów narzędzi oceniania spójnych z metodą IBSE. Podstawą oceny są wypełnione przez uczniów arkusze pracy, obserwacje i notatki nauczyciela, arkusze samooceny i oceny wzajemnej uczniów. Autorzy modułu zaproponowali w konkretnych momentach lekcji zestaw narzędzi oceniania, jednakże każdy nauczyciel wprowadzający jednostkę „Elektryczność” w swojej klasie może pokusić się o przygotowanie własnych elementów ocenających.

Sugeruje się ocenę następujących umiejętności: *formułowanie hipotez, planowanie przebiegu doświadczenia oraz pogłębienie podstawowej wiedzy i rozwój umiejętności naukowych*, w szczególności wyjaśniania postawiania i mechanizmu przepływu prądu elektrycznego oraz przewodnictwa elektrycznego z użyciem terminologii naukowej.

### Ocena umiejętności w części A: Wprowadzenie do elektryczności

W części A przygotowano narzędzie oceny burzy mózgów (tab. 1) w odniesieniu do ewaluacji wiedzy naukowej, *współpracy w grupach oraz umiejętności rozumowania naukowego*:

- *Podstawowa wiedza naukowa* (wiedza wstępna pochodząca z różnych źródeł, w tym z życia codziennego).
- *Praca w grupie* (zaangażowanie uczniów w burzę mózgów, z uwzględnieniem okazywania szacunku dla wypowiedzi innych).
- *Umiejętność myślenia naukowego* (kreatywność podczas burzy mózgów, jasne wyrażanie się, użycie naukowego słownictwa).

Przed rozpoczęciem zajęć nauczyciel wybiera grupę uczniów (nie komunikując jej tego faktu) do oceny ich udziału w burzy mózgów. Sugeruje się wybór nie więcej niż 6 uczniów. W trakcie burzy mózgów nauczyciel zaznacza w odpowiedniej kratce w tabeli każdy pojedynczy udział ucznia w dyskusji. Można także zaznaczyć wszelkie zachowanie dotyczące braku poszanowania dla opinii i wypowiedzi innych uczniów (P).

**Tabela 1. Ocenianie indywidualnego zaangażowania uczniów podczas burzy mózgów**

Nazwisko ucznia	Kontekst – historia, życie codzienne			Wyrażenia naukowe, znaczenie			Symbole elektryczne	
	Wiedza wstępna	Zaangażowanie	Kreatywność	Wiedza wstępna	Zaangażowanie	Kreatywność	Wiedza wstępna	Zaangażowanie
Uczeń 1								
Uczeń 2								
Uczeń 3								

Ponadto, w zależności od doświadczenia nauczyciela i uczniów, można podjąć próbę oceny map myśli sporządzonych przez uczniów, wykorzystując do tego celu metodę rubryk (tab. 2). Sugeruje się wykorzystanie rubryk o czterech poziomach zaawansowania.

**Tabela 2. Rubryki do oceny map myśli**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza rozwoju	Faza umiejętności
Rysowanie map myśli	Uczeń nie sporządza mapy myśli lub ją rysuje, ale zawiera ona wiele nieadekwatnych słów, dla których uczeń nie jest w stanie przytoczyć uzasadnienia wiążącego ich ze słowem „elektryczność”	Uczeń potrafi... ...sporządzić mapę myśli, zawierającą jedynie kilka słów/ wyrażen lub wyrażen jest więcej, ale nie są one ze sobą połączone/ powiązane na mapie	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 10 słów, zarówno naukowych, jak i pochodzących z życia codziennego (należących do języka potocznego), ale zobrazowanie połączeń pomiędzy wyrazami i kategoriami jest bardzo słabe	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 10 słów, zarówno naukowych, jak i pochodzących z życia codziennego (należących do języka potocznego) wraz z dobrym zobrazowaniem połączeń i relacji pomiędzy poszczególnymi elementami

### Ocena umiejętności w części B: Proste obwody elektryczne

Z kolei w części B zaproponowano ocenę umiejętności *planowania eksperymentu, rozumowania i wiedzy naukowej* tylko metodą rubryk. Sugeruje się wykorzystanie rubryk o czterech poziomach zaawansowania do ewaluacji rysunków i schematów obwodów elektrycznych, jak pokazano to w tabeli 3.



**Tabela 3. Rubryki do oceny rysunków i schematów obwodów elektrycznych**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza rozwoju	Faza umiejętności
<b>Rysowanie obwodów elektrycznych (część II.1, II.3 i III.2)</b>	Uczeń potrafi... ...wybrać zestaw odpowiednich elementów, składający się z żarówki, dwóch kabli, baterii, ale nie potrafi narysować schematów	Uczeń potrafi... ...wybrać zestaw odpowiednich elementów i narysować schematyczny rysunek nr 1, ale nie jest on całkowicie poprawny	Uczeń potrafi... ...wybrać zestaw odpowiednich elementów i narysować całkiem poprawnie schematyczny rysunek nr 1, ale nie jest w stanie narysować poprawnie schematu nr 2	Uczeń potrafi... ...wybrać zestaw odpowiednich elementów i narysować całkiem poprawnie oba schematyczne rysunki

#### Ocena umiejętności w części C: Własności przewodzące różnych materiałów

W tej części ocenie mogą podlegać umiejętności *planowania doświadczeń*, *formułowania spójnych argumentów* oraz *praca w grupie*, a także *podstawowa wiedza i umiejętności naukowe* oraz *myślenie naukowe*. Schematy rysowane przez uczniów w arkuszach pracy można ocenić z wykorzystaniem rubryk z tabeli 3.

Ze względu na rozbudowanie części C jednostki „Elektryczność” zaproponowano w niej jeszcze trzy narzędzia oceniania. Do ewaluacji umiejętności *planowania eksperymentu* przygotowano rubryki czteropoziomowe (tab. 4). Można je wykorzystać do oceny kilku uczniów wybranych przed rozpoczęciem lekcji, bez komunikowania im tego faktu. Dopuszczalny jest wybór innych grup uczniów do oceny za pomocą różnych rubryk (np. grupa 1 – do oceny z użyciem rubryk z tabeli nr 4 i grupa nr 2 – do oceny z wykorzystaniem rubryk z tabeli nr 5).

**Tabela 4. Rubryki do oceny umiejętności planowania doświadczenia**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza rozwoju	Faza umiejętności
<b>Planowanie badania</b>	Uczeń potrafi... ...wymienić ograniczoną liczbę przedmiotów do zbadania, wykonanych z różnych rodzajów (1-2) materiałów, ale nie potrafi napisać planu pracy lub plan pracy jest bardzo niekompletny	Uczeń potrafi... ...wymienić ograniczoną liczbę przedmiotów do zbadania, wykonanych z różnych rodzajów (3-4) materiałów, a jego plan przeprowadzenia eksperymentu jest niemal całkowicie poprawny	Uczeń potrafi... ...wymienić ograniczoną liczbę przedmiotów do zbadania, wykonanych z różnych rodzajów (powyżej 4) materiałów, a jego plan przeprowadzenia eksperymentu jest niemal całkowicie poprawny	Uczeń potrafi... ...wymienić ograniczoną liczbę przedmiotów do zbadania, wykonanych z różnych rodzajów (powyżej 4) materiałów, a jego plan przeprowadzenia eksperymentu jest całkowicie poprawny

Podobnie można zastosować czteropoziomowe rubryki do oceny umiejętności poszukiwania informacji.

**Tabela 5. Rubryki do oceny umiejętności poszukiwania informacji**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza rozwoju	Faza umiejętności
<b>Poszukiwanie informacji</b>	Uczeń potrafi... ...znaleźć poszukiwane informacje w 1-2 źródłach, ale nie zwraca uwagi na niezależność źródeł; jego raport jest niepoprawny lub niepełny; uczeń nie cytuje źródeł	Uczeń potrafi... ...znaleźć poszukiwane informacje w 1-2 źródłach, ale nie zwraca uwagi na niezależność źródeł; jego raport jest niemal poprawny; uczeń nie cytuje źródeł	Uczeń potrafi... ...znaleźć spójne informacje w przynajmniej dwóch istotnie różnych (niezależnych) źródłach, streszcza informacje w 3-4 niemal poprawnych zdaniach, cytuje niemal wszystkie źródła	Uczeń potrafi... ...znaleźć spójne informacje w przynajmniej dwóch istotnie różnych (niezależnych) źródłach, streszcza informacje w 3-4 niemal poprawnych zdaniach, cytuje wszystkie źródła

Można także zachęcać uczniów do rozwoju umiejętności rzetelnej samooceny i oceny wzajemnej dotyczącej ich umiejętności *pracy w grupie* podczas planowania i przeprowadzania eksperymentu, poprzez zastosowanie dwóch arkuszy (tab. 6 i 7). Zwykle wprowadza się je w jednym pakiecie dopiero po zakończeniu wszystkich zadań przewidzianych do wykonania na lekcji.

Wykorzystując narzędzie samooceny, uczniowie oceniają swoją pracę w grupie poprzez przyznanie w arkuszu z tabeli 6 liczby punktów od 0 (oznaczających brak zaangażowania) do 6 (oznaczających duży stopień zaangażowania).

**Tabela 6. Arkusz samooceny do ewaluacji umiejętności pracy w grupie**

Arkusz samooceny	0 (wcale)	1	2	3	4	5	6 (w bardzo dużym stopniu)
1. Brałem(-am) udział w planowaniu eksperymentu.							
2. Wypełniałem(-am) swoje zadania.							
3. Pomagałem(-am) kolegom.							
4. Brałem(-am) udział w notowaniu danych.							
5. Brałem(-am) czynny udział w przeprowadzeniu eksperymentu.							
6. Komunikowałem się w grupie w sposób odpowiedni.							

Podobny arkusz można zastosować do oceny wzajemnej uczniów w kontekście ich współpracy w grupie. Uczniowie oceniają każdego członka swojej grupy poprzez przyznanie punktów od 0 (oznaczających brak zaangażowania) do 6 (oznaczających duży stopień zaangażowania). Zebrane arkusze samooceny i oceny wzajemnej można następnie porównać w celu identyfikacji słabych i mocnych stron współpracy oraz jej oceny w danej grupie. Porównania można dokonać wraz z uczniami, choć nie jest to konieczne i zależy od celów oceny postawionych sobie przez nauczyciela.

**Tabela 7. Arkusz oceny wzajemnej do ewaluacji umiejętności pracy w grupie**

Arkusz oceny wzajemnej	Uczeń 1	Uczeń 2	Uczeń 3
1. Czy Twój kolega brał udział w planowaniu eksperymentu?			
2. Czy Twój kolega wypełniał przewidziane dla niego zadania?			
3. Czy Twój kolega pomagał innym?			
4. Czy Twój kolega brał udział w notowaniu danych?			
5. Czy Twój kolega brał udział w przeprowadzaniu eksperymentu?			
6. Czy Twój kolega komunikował się w grupie w odpowiedni sposób?			

### 3. SYNTEZA STUDIÓW PRZYPADKU

Jednostka została wprowadzona na lekcjach fizyki w czterech krajach europejskich: w Polsce, na Słowacji, w Turcji i w Irlandii. Dzięki współpracy z nauczycielami, powstało pięć studiów przypadku: **CS1 Słowacja**, **CS2 Irlandia**, **CS3 Turcja**, **CS4 Polska** i **CS5 Polska**. Lekcje były prowadzone przez 14 nauczycieli, łącznie w 17 klasach, przy uczestnictwie 333 uczniów.

We wszystkich przypadkach zajęcia prowadzone były w zespołach klasowych o mieszanych poziomach umiejętności uczniów. Trzy studia przypadku odnoszą się do wprowadzenia jednostki „Elektryczność” w szkołach odpowiadających poziomowi polskiego gimnazjum: **CS1 Słowacja** jest syntezą wdrożenia jednostki w 12 klasach przez 10 nauczycieli, **CS2 Irlandia** stanowi sprawozdanie z implementacji przeprowadzonej przez jednego nauczyciela w dwóch klasach żeńskich, a **CS4 Polska** opisuje wdrożenie w jednej klasie. Kolejne dwa studia przypadku: **CS3 Turcja** i **CS5 Polska** oraz jedna klasa ze Słowacji, to raporty z implementacji jednostki w szkołach odpowiadających poziomowi polskiej szkoły ponadgimnazjalnej.

Główną ocenianą umiejętnością było *planowanie przebiegu eksperymentu*, przy czym większość studiów przypadku informuje także o ewidencjonowaniu oceny *umiejętności myślenia naukowego* oraz *podstawowej wiedzy i umiejętności naukowych*. Zidentyfikowanymi elementami jednostki, dającymi sposobność na wprowadzenie oceny, były: konstruowanie mapy myśli, rysowanie schematów obwodów elektrycznych oraz sporządzanie planu doświadczenia. Natomiast wykorzystanymi nośnikami oceny była rozmowa z uczniami, arkusze pracy uczniów oraz inne materiały przygotowane przez uczniów, takie jak mapy myśli czy wypełnione karty samooceny i oceny wzajemnej pracy w grupie.

### 3.1. Metoda dydaktyczna

#### Metoda nauczania przez dociekanie

Jednostka dydaktyczna „Elektryczność” została pierwotnie osadzona w tzw. ukierunkowanej odmianie odkrywania przez dociekanie (*guided inquiry*) i tak też zaimplementowali go wszyscy nauczyciele uczestniczący w programie. W dwóch przypadkach – **CS2 Irlandia** i **CS3 Turcja** uczniowie nie uczestniczyli wcześniej w lekcjach dotyczących elektryczności, podczas gdy w pozostałych przypadkach wdrożenie jednostki było swoistą lekcją powtórkową. To wstępne doświadczenie uczniów lub jego brak, prowadziło do różnic w podejściu do części A. W przypadkach wcześniejszego wprowadzenia zagadnień z elektryczności na lekcjach w badanych klasach mapa myśli została użyta jako narzędzie do powtórzenia materiału, podczas gdy w przypadkach niemających wcześniej zajęć z elektryczności mapa myśli pojawiająca się na początku

modułu została wykorzystana dla osadzenia w kontekście życia codziennego. Generalnie jednostkę realizowano na lekcjach w sposób zaplanowany przez autorów, jednakże w czterech klasach (**CS2 Irlandia**, **CS3 Turcja** i **CS4 Polska**) nauczyciele wprowadzili do pierwotnego scenariusza kilka modyfikacji, które wynikały ze specyfiki obowiązującej ich podstawy programowej oraz wiedzy wstępnej dotyczącej elektryczności w prowadzonych przez nich klasach (**Irlandia**, **Turcja**). Nauczyciel z Polski wprowadził również własną wersję jednego z narzędzi oceniania.

#### Realizacja

Wdrożenie modułu zajęło nauczycielom 45-90 minut, w zależności od dostępności wyposażenia laboratoryjnego oraz wykorzystania różnych części jednostki lekcyjnej i tylko w jednej klasie rozciągnięto wdrożenie „Elektryczności” na trzy godziny lekcyjne. Poza jednym przypadkiem (**CS3 Turcja**) wszyscy nauczyciele zdecydowali się na wykorzystanie materiału tego modułu do rozwinięcia umiejętności pracy w małych grupach, liczących 2-5 uczniów w zależności od klasy.

Każdy uczeń uczestniczący we wdrożeniu otrzymał swój własny arkusz pracy, poza jednym wyjątkiem (**CS5 Polska**), gdzie uczniowie pracowali bez arkuszy pracy i prowadzili notatki we własnym zakresie, ze względu na raportowany przez nauczyciela brak możliwości dostarczenia 34 kserokopii kart pracy dla wszystkich uczniów. Z kolei w przypadku **CS3 Turcja** uczniowie pracowali w jednej 16-osobowej grupie ze względu na brak możliwości dostarczenia przez nauczyciela więcej niż jednego zestawu eksperymentalnego.

Tabela 8. Podsumowanie danych ze studiów przypadku

Przypadek	Wdrożone części	Czas trwania	Kompozycja grupy
<b>CS1 Słowacja</b>	Części A-C	Głównie pojedyncze lekcje (po 45 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupy 3-4 uczniów (łącznie 12 klas)</li> <li>Różne umiejętności uczniów, klasy mieszane ze względu na płeć</li> </ul>
<b>CS2 Irlandia</b>	Części A-C	1-2 lekcje (razem 40 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupy 2-3 uczniów (łącznie 2 klasy)</li> <li>Różne umiejętności uczniów, tylko klasy żeńskie</li> </ul>
<b>CS3 Turcja</b>	Części A-C	Dwie lekcje (każda 40 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jedna klasa (16 osób)</li> <li>Różne umiejętności uczniów, klasy mieszane ze względu na płeć</li> </ul>
<b>CS4 Polska</b>	Części A-C	Dwie lekcje (każda 45 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupy po 4 uczniów (łącznie 20 uczniów)</li> <li>Różne umiejętności uczniów, klasy mieszane ze względu na płeć</li> </ul>
<b>CS5 Polska</b>	Części A-C	Jedna lekcja (45 min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupy 2-3 uczniów (łącznie 34 uczniów), klasy mieszane ze względu na płeć</li> </ul>

#### Adaptacje jednostki dydaktycznej

Nauczyciele realizujący jednostkę byli zgodni co do adekwatności dwóch godzin lekcyjnych do przeprowadzenia tej implementacji. Generalnie jednostka była wdrażana w szkołach według pierwotnego scenariusza, z niewielkimi modyfikacjami, zaproponowanymi przez niektórych nauczycieli. W przypadku **CS3 Turcja** wprowadzono ocenianie formułowania pytań badawczych. Z kolei w obu klasach w Irlandii (**CS2 Irlandia**) rysowanie map myśli i ich ocena przeprowadzone zostały dwukrotnie: na początku i pod koniec realizacji jednostki. Tam też wprowadzono konstrukcję modelu przewodzenia prądu elektrycznego w prostym obwodzie elektrycznym. Rubryki samooceny i oceny wzajemnej, pominięte w pierwotnym scenariuszu, znalazły się w jego końcowej wersji, po wprowadzeniu ich przez jednego z nauczycieli z Polski (**CS4 Polska**). Pewne fragmenty jednostki zostały pominięte lub czas ich realizacji został skrócony – **CS2 Irlandia** i **CS5 Polska**.

### 3.2. Strategie oceny

W jednostce dydaktycznej „Elektryczność” przygotowano szereg narzędzi oceniania. Nikt z nauczycieli współpracujących w projekcie nie użył wszystkich elementów oceniania przygotowanych przez autorów modułu. Każdy z nich skoncentrował się na swoim zestawie umiejętności IBSE, które miał zamiar rozwijać i kontrolować (tab. 9).

**Tabela 9. Umiejętności badawcze najczęściej wybierane przez nauczycieli**

<b>CS1 Słowacja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planowanie eksperymentu</li> <li>Rozwijanie umiejętności i wiedzy naukowej (szukanie informacji, naukowe wyjaśnianie zjawiska powstawania burzy z piorunami)</li> </ul>
<b>CS2 Irlandia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praca w grupie</li> <li>Rozwijanie umiejętności i wiedzy naukowej (szukanie informacji, użycie języka naukowego, wyjaśnianie zjawiska przewodnictwa)</li> </ul>
<b>CS3 Turcja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formułowanie hipotez</li> <li>Rozwijanie umiejętności i wiedzy naukowej (szukanie informacji, naukowe wyjaśnianie zjawiska przewodnictwa elektrycznego)</li> </ul>
<b>CS4 Polska</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planowanie eksperymentu</li> <li>Rozumowanie naukowe (identyfikacja relacji i powiązań)</li> <li>Wiedza naukowa (naukowe opisywanie zjawisk i praw dotyczących elektryczności)</li> </ul>
<b>CS5 Polska</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planowanie eksperymentu</li> <li>Współpraca w grupie</li> <li>Rozumowanie naukowe</li> <li>Wiedza naukowa (opisywanie zjawisk i praw dotyczących elektryczności)</li> </ul>

W trakcie wdrażania modułu w szkołach nauczyciele najczęściej stosowali ocenianie trzech kluczowych umiejętności. *Wiedza naukowa* i *rozumowanie naukowe* mogły być oceniane czterokrotnie – w trakcie burzy mózgów w części A i C modułu, podczas komponowania mapy myśli w części A oraz w czasie sporządzania rysunków i schematów obwodów elektrycznych (część B i C). Z kolei planowanie eksperymentu, zgodnie z sugestią autorów modułu, zostało uwzględnione w części C i mogło być powiązane z ocenianiem zaangażowania w pracy w grupie. Zadanie dotyczące poszukiwania informacji zaproponowano na końcu modułu i mogło zostać wykorzystane jako zadanie domowe.

Jak już wspomniano powyżej, jednostka „Elektryczność” oferuje kilka typów narzędzi (tabelka burzy mózgów, rubryki, arkusz samooceny i oceny wzajemnej) w różnym kontekście oceniania uczniów (burza mózgów lub dyskusja, *planowanie eksperymentu*, *wiedza naukowa*, *rozumowanie naukowe*, *praca w grupie*). Na etapie wprowadzania jednostki lekcyjnej wszyscy nauczyciele wykorzystali jedną lub więcej zaproponowanych form oceniania. Troje z nich wprowadzając jednostkę w swojej klasie, skorzystało z możliwości dodania nowego narzędzia oceny. W przypadku **CS2 Irlandia** powstały nowe rubryki dotycząca oceny „konstrukcji modelu działania obwodu elektrycznego” (tab. 10). Z kolei nauczyciel z Polski (**CS4 Polska**), podczas wdrożenia jednostki, wprowadził arkusze samooceny i oceny wzajemnej (uwzględnione później w końcowej wersji jednostki), natomiast nauczyciel z Turcji (**CS3 Turcja**) dodatkowo oceniał *formułowanie hipotez* (tab. 11) i pytań badawczych. Jedna osoba (**CS4 Polska**) zamiast zaproponowanych rubryk czteropoziomowych wprowadziła sześć poziomów umiejętności, w analogii do sześciostopniowej skali ocen stosowanej w Polsce.

Podczas analizy studiów przypadku widoczne były również wyraźne preferencje poszczególnych nauczycieli co do typów narzędzi oceniania i miejsca ich implementacji. Wszyscy nauczyciele słowaccy (**CS1 Słowacja**) mieli trudności z ocenianiem uczniów podczas burzy mózgów na lekcji oraz w odniesieniu do map myśli. Chętnie natomiast oceniali wg rubryk arkusze pracy zebrane po lekcji. Z kolei nauczyciel z Turcji (**CS3 Turcja**) preferował ocenianie w trakcie trwania burzy mózgów i dyskusji z udziałem całej klasy na podstawie tabelki burzy mózgów, ale miał ogromne trudności z zastosowaniem rubryk na lekcji. Nauczyciele z Irlandii i Polski (**CS2**, **CS4** i **CS5**) nie zgłaszali problemów dotyczących wykorzystania na lekcji narzędzi oceniania zaproponowanych w module.

**Tabela 10. Rubryki oceny umiejętności konstruowania modelu i rysowania obwodów elektrycznych (propozycja CS2 Irlandia)**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza rozwoju	Faza umiejętności
<b>Wiedza naukowa: konstruowanie modelu i rysowanie obwodów elektrycznych</b>	Uczeń rysuje wszystkie element obwodu wraz z połączeniami	...i zawiera na rysunku informacje dotyczące przepływu/kierunku przepływu elektronów	...i wskazuje, że elektrony obecne w przewodach elektrycznych zaczynają się poruszać gdy tylko obwód zostaje zamknięty oraz wiąże wytłumaczenie tego zjawiska z którymś z elementów obwodu (bateria, różnica potencjałów)	...i wyjaśnia zasadę zachowania energii w obwodzie elektrycznym, np. energia elektryczna – energia świetlna w żarówce, lub też wspomina, że energia kinetyczna elektronów pozostaje stała

**Tabela 11. Rubryki oceny stawiania hipotez (propozycja CS3 Turcja)**

Oceniana umiejętność	Faza początkowa	Faza wzrostu	Faza umiejętności
<b>Formułowanie hipotez</b>	Uczeń nie potrafi sformułować hipotezy	Uczeń formułuje hipotezę, lecz jest ona nieadekwatna do sytuacji	Uczeń formułuje hipotezę odpowiednią do sytuacji i formułuje ją w poprawnym języku



## Narzędzia oceniania

Na poszczególnych etapach realizacji jednostka dydaktyczna „Elektryczność” oferuje różne metody oceny umiejętności ucznia związanych ze współpracą z innymi uczniami, tj. narzędzie do oceny *pracy w grupie*, tabelę do oceny udziału w burzy mózgów oraz narzędzie samooceny i oceny wzajemnej. Ocenianie metodą rubryk zostało zaproponowane czterokrotnie – dwa razy użyto go w celu oceny *podstawowej wiedzy i umiejętności naukowych* oraz *myślenia naukowego* (podczas sporządzania map myśli oraz rysunków i schematów obwodów elektrycznych), jeden raz do oceny *planowania przebiegu doświadczenia* i jeden raz do oceny umiejętności poszukiwania informacji. Wszystkie rubryki były wykorzystywane przez nauczycieli w formie zaproponowanej w pierwotnym scenariuszu jednostki, poza przypadkiem **CS4 Polska**, w którym nauczyciel rozszerzył rubrykę czteropoziomową

na 6 poziomów (tab. 12). W opinii nauczyciela takie podejście lepiej odzwierciedlało tradycyjną 6-stopniową skalę ocen wykorzystywaną w polskim szkolnictwie. Ponadto nauczyciel z Irlandii rozszerzył rubryki do oceny umiejętności konstruowania obwodów, a nauczyciel z Turcji w studium przypadku **CS3 Turcja** zaprojektował rubryki do oceny formułowania hipotez (tab. 11).

Burza mózgów została zastosowana w jednostce „Elektryczność” dwukrotnie, dając sposobność do oceny *myślenia naukowego* oraz *podstawowej wiedzy i umiejętności naukowych* poprzez zastosowanie tabeli burzy mózgów. Natomiast narzędzie samooceny i oceny wzajemnej, pierwotnie niezamieszczone w scenariuszu, dołączono do jego ostatecznej wersji, zgodnie z sugestią nauczyciela z Polski (**CS4 Polska**), tab. 6 i 7.

**Tabela 12. Sześciopoziomowe rubryki do oceny umiejętności uczniów (CS4 Polska)**

Zadanie	1	2	3	4	5	6
<b>Rysowanie mapy myśli</b>	Uczeń nie sporządza mapy myśli lub ją rysuje, ale zawiera ona wiele nieadekwatnych słów, dla których uczeń nie jest w stanie przytoczyć uzasadnienia, wiążącego ich ze słowem „elektryczność”.	Uczeń potrafi... ...sporządzić mapę myśli zawierającą do pięciu słów/ wyrażań, ale nie są one ze sobą połączone/ powiązane na mapie.	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 5 słów, pochodzących głównie z języka potocznego, ale zobrazowanie połączeń pomiędzy wyrazami i kategoriami jest bardzo słabe.	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 8 słów, pochodzących głównie z języka potocznego, dodaje połączenia pomiędzy niektórymi z nich.	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 10 słów, pochodzących głównie z języka potocznego; uzupełnia połączenia pomiędzy wyrażeniami, ale struktura tych połączeń nie jest zbyt rozbudowana.	Uczeń potrafi... ...narysować mapę myśli zawierającą więcej niż 10 słów, głównie naukowych, wraz z poprawnym zobrazowaniem połączeń i relacji pomiędzy poszczególnymi elementami.
<b>Rysowanie obwodów</b>	Uczeń potrafi dobrać odpowiednie elementy obwodu do zaświecenia żarówki (II.1), ale nie potrafi lub źle rysuje ten obwód (II.3). Niepoprawnie rysuje obwód do sprawdzania przewodnictwa ciał (III.2) oraz schematy obu obwodów (III.5).	Uczeń potrafi dobrać odpowiednie elementy obwodu do zaświecenia żarówki (II.1) i narysować ten obwód (II.3). Niepoprawnie rysuje obwód do sprawdzania przewodnictwa ciał (III.2) oraz schematy obu obwodów (III.5).	Uczeń potrafi dobrać odpowiednie elementy obwodu do zaświecenia żarówki (II.1) i narysować ten obwód (II.3). Rysuje obwód do sprawdzania przewodnictwa ciał (III.2), ale niepoprawnie rysuje schematy obu obwodów (III.5).	Uczeń potrafi wybrać odpowiednie elementy obwodu (II.1), potrafi narysować poprawnie jeden z obwodów (II.3) lub (III.2), niepoprawnie rysuje schematy (III.5).	Uczeń potrafi wybrać odpowiednie elementy obwodu (II.1), potrafi narysować obwody (II.3) i (III.2), możliwe błędy w rysowaniu jednego ze schematów (III.5).	Uczeń potrafi wybrać odpowiednie elementy obwodu (II.1), potrafi narysować poprawnie obwody (II.3) i (III.2) oraz ich schematy (III.5).
<b>Planowanie doświadczenia</b>	Uczeń nie potrafi wymienić przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów i nie umie napisać planu przeprowadzenia eksperymentu.	Uczeń potrafi wymienić kilka przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów (2-3), ale nie umie napisać planu przeprowadzenia eksperymentu.	Uczeń potrafi wymienić kilka przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów (4-5), umie napisać plan przeprowadzenia eksperymentu, który jest bardzo niepoprawny.	Uczeń potrafi wymienić kilka przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów (4-5), umie napisać plan przeprowadzenia eksperymentu, który jest prawie poprawny.	Uczeń potrafi wymienić kilka przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów (6-7), umie napisać plan przeprowadzenia eksperymentu, który jest prawie poprawny.	Uczeń potrafi wymienić kilka przedmiotów do badania z różnych rodzajów materiałów (powyżej 7), umie napisać plan przeprowadzenia eksperymentu, który jest poprawny.

## Realizacja jednostki i jej dokumentacja

Wszyscy nauczyciele wdrażający jednostkę „Elektryczność” oceniali swoich uczniów w trakcie lekcji oraz po lekcji – na podstawie kart pracy, dostarczając przykładów w postaci skanów i zdjęć. Jedynie na Słowacji (**CS1 Słowacja**) prowadzący zajęcia zastosowali wyłącznie drugą metodę oceniania. Dodatkowo większość nauczycieli (**CS2-CS5**) raportowała ustne przekazywanie informacji zwrotnej uczniom w trakcie trwania lekcji, nieudokumentowane jednak w postaci notatek pisemnych. W studiach przypadku można było dostrzec wyraźne preferencje poszczególnych nauczycieli dotyczące różnych narzędzi oceniania.

Mapy myśli zostały ocenione przy pomocy rubryk jedynie w **CS4/CS5 Polska** oraz **CS2 Irlandia**, w Irlandii wręcz dwukrotnie – na początku i na końcu wdrożenia modułu, przy czym nauczyciel wprowadził modyfikację rubryk oceniających końcową mapę myśli. Z kolei planowanie eksperymentu oceniono tylko w Polsce (**CS4-CS5 Polska**) i we wszystkich przypadkach na Słowacji (**CS1 Słowacja**). Najrzadziej wykorzystywanym zadaniem było poszukiwanie informacji, zastosowane wyłącznie na Słowacji (**CS1**) i to tylko jako zadanie domowe. Ewaluację z wykorzystaniem narzędzia samooceny i oceny wzajemnej uczniów zastosowano tylko w jednym przypadku (**CS5 Polska**), przez nauczyciela, który je zaproponował. Użycie go przez innych nauczycieli nie było możliwe ze względu na brak tego narzędzia w pierwotnej wersji jednostki „Elektryczność”. Podobnie stało się w przypadku rubryki dotyczącej oceniania konstrukcji modelu obwodu elektrycznego, zastosowanej wyłącznie przez nauczyciela z Irlandii (**CS2 Irlandia**), proponującego tę modyfikację.

## Napotkane trudności

Nauczyciele słowaccy w **CS1 Słowacja** uznali za problematyczne ocenianie burzy mózgów (ewaluacja wiedzy wstępnej, aktywność i kreatywność uczniów) oraz ćwiczenie sporządzania map myśli. Dlatego też ich ocena została oparta wyłącznie na rubrykach zastosowanych do arkuszy pracy zebranych po lekcjach. Z kolei nauczyciel z Turcji, **CS3 Turcja**, bardzo chętnie wykorzystywał narzędzie do oceniania burzy mózgów, natomiast miał problemy z zastosowaniem metody rubryk podczas lekcji i skłaniał się do używania tego narzędzia co najwyżej w odniesieniu do arkuszy pracy uczniów zebranych po lekcji. Nauczyciele z Irlandii (**CS2**) i Polski (**CS4-CS5**) nie wspominali o żadnych trudnościach w zastosowaniu narzędzi oceny zaproponowanych w scenariuszu jednostki.

## Zaproponowane zmiany i rozszerzenia

W pięciu studiach przypadku do jednostki dydaktycznej „Elektryczność” zaproponowano kilka modyfikacji poszerzających możliwości oceny umiejętności i wiedzy uczniów.

1. Narzędzia rubryk zaproponowane w pierwotnym scenariuszu zostały przygotowane na bazie podziału czteropoziomowego: faza początkowa, faza wzrostu, faza rozwoju, faza umiejętności. Jeden z polskich nauczycieli (**CS4 Polska**) uznał, że podział na sześć poziomów jest w przypadku jego klasy bardziej zrozumiały i łatwiejszy do zaakceptowania ze względu na powszechny w Polsce sześciostopniowy system oceniania. Rozwiązanie to może stać się dobrym wzorcem dla nauczycieli, którzy wolą korzystać z bardziej rozdrobnionej struktury rubryk, która w ich odczuciu może stanowić bardziej elastyczne narzędzie oceniania, łatwiejsze do wprowadzenia w ich własnych klasach.
2. Ten sam nauczyciel (**CS4 Polska**) dodał do pierwotnego scenariusza narzędzie samooceny i oceny wzajemnej uczniów dotyczące ich pracy w grupie. Oba te narzędzia zostały uwzględnione w ostatecznej wersji jednostki dydaktycznej.
3. Jeden z nauczycieli (**CS2 Irlandia**) podczas realizacji jednostki „Elektryczność” dwukrotnie zastosował element konstruowania map myśli dotyczących tego samego zagadnienia. Uczniowie zostali ocenieni na podstawie zmian poczynionych w mapach myśli na podstawie wdrożonej jednostki. Dało to nauczycielowi bardziej klarowny obraz poziomu przyswojenia omawianego tematu w klasie.
4. Ten sam nauczyciel z Irlandii (**CS2 Irlandia**) zasugerował rozwinięcie zadania narysowania prostego, sprawnie działającego obwodu elektrycznego o zagadnienie narysowania tego, co, zdaniem uczniów, dzieje się wewnątrz przewodu elektrycznego podczas przepływu prądu elektrycznego.
5. Ostatnią modyfikacją zaproponowaną przez nauczyciela z Irlandii (**CS2 Irlandia**) była zmiana dotycząca tabeli przewodnictwa materiałów, znajdująca się na s. 4 arkusza pracy ucznia. Sugestia dotyczyła dodania do tabeli kolumny umożliwiającej uczniowi podanie uzasadnienia podania konkretnej hipotezy dotyczącej własności przewodzących poszczególnych materiałów i przedmiotów. Ma to pomóc nauczycielowi w ocenie umiejętności formułowania przez uczniów spójnej argumentacji naukowej dotyczącej zjawisk fizycznych oraz przyczynić się do rozróżniania hipotez zgadniętych od hipotez wynikających z pewnego rodzaju rozumowania naukowego.
6. Nauczyciel z Turcji (**CS3 Turcja**) dodał do pierwotnego scenariusza ocenę hipotez, stawianych przez uczniów tuż po sporządzeniu przez nich mapy myśli na początku realizacji jednostki, i zaproponował do oceny tej umiejętności trzystopniowe rubryki.